

51

Int. Cl. 2:

C 09 J 5/10

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

B 29 C 27/06

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 39 640 A 1

11

# Offenlegungsschrift 28 39 640

21

Aktenzeichen: P 28 39 640.9

22

Anmeldetag: 12. 9. 78

43

Offenlegungstag: 22. 3. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31

13. 9. 77 V.St.v.Amerika 832970

54

Bezeichnung:

Schmelzverbindungselement, dessen Herstellung und dessen Verwendung

71

Anmelder:

Heller jun., William Charles, Milwaukee, Wis. (V.St.A.)

74

Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dr.-Ing.;  
Stockmair, W., Dr.-Ing. Ae.E.; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;  
Jakob, P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Pat.-Anwälte,  
8000 München

72

Erfinder:

Repik, Clyde Peter; Leatherman, Alfred Fuller; Columbus;  
Pickett, Gordon Eugene, Hebron; Ohio (V.St.A.)

DE 28 39 640 A 1

PATENTANWÄLTE

A. GRÜNECKER

CH.-P.T.

H. KINKELDEY

CH.-P.T.

W. STOCKMAIR

DR.-ING. - DR. MED. TECH.

K. SCHUMANN

DR. RECH. NAT. - DR. PHYS.

P. H. JAKOB

DR.-ING.

G. BEZOLD

DR. RECH. NAT. - DR. PHYS.

2839640

8 MÜNCHEN 22

MAXIMILIANSTRASSE 49

12. Sept. 1978

P 13 113

William Charles Heller, Jr.

1840 North Farwell Avenue, Milwaukee, Wisconsin 53202

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Schmelzverbindungselement, gekennzeichnet durch ein festes Blatt (5) aus einem thermoplastischen Blockelastomeren und feldaktivierbare Partikel (6), welche innerhalb des Filmes (5) dispergiert sind und zur Erzeugung einer Schmelzverbindungstemperatur innerhalb des Blattes auf ein Energiefeld ansprechen.
2. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Elastomerblatt (5) ein Copolyester-Elastomeres, abgeleitet von Terephthalsäure, Polytetramäthylenätherglycol und 1.4-Butandiol; ein Block Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks mit Äthylen-Butylen-Mittelblocks; ein Block Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks und Äthylen-Propylen-Mittelblocks; oder ein Radialblock Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks und Polybutadien- oder Polyisopren-Mittelblocks ist.

909812/0990

- 1 -

3. Element nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß die Partikel (6)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , oder ein Gemisch dieser Substanzen sind.
4. Verfahren zur Herstellung des Verbindungselementes nach Anspruch 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß man eine Masse aus thermoplastischem Blockelastomerem bereitstellt, daß man innerhalb der Masse Partikel dispergiert, welche innerhalb der gesamten Masse feldaktivierte Wärmequellen darstellen, und daß man die Masse zu einem dünnen, festen Film verformt, wobei die Partikel im Film eingebettet sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß die Partikel  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , oder ein Gemisch dieser Substanzen sind.
6. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß das elastomere Material ein Copolyester-Elastomeres, hergeleitet von Terephthalsäure, Polytetramethylenätherglycol, 1.4-Butandiol; ein Block Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks mit Äthylen-Butylen-Mittelblocks, ein Block Copolymeres mit starren Polystyrol-Endblocks und Äthylen-Propylen-Mittelblocks; oder ein Radialblock Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks und Polybutadien- oder Polyisopren-Mittelblocks ist.
7. Verwendung des Verbindungselementes nach Anspruch 1 bis 3 zum Schmelzverbinden benachbarter thermoplastischer nichtelastomerer Oberflächen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man ein thermoplastisches blockelastomeres Material mit einem energieaktivierbaren partikelförmigen Material mischt, welches in Gegenwart eines Energiefeldes Wärme erzeugt;

- 3 -

daß man das Gemisch aus Blockelastomerem und Partikeln zwischen die nichtelastomeren Oberflächen bringt, um eine gestapelte Anordnung zu bilden, bei welcher diese Oberflächen in inniger Berührung mit dem Elastomeren-Material stehen; und daß man die gestapelte Anordnung dem Energiefeld für weniger als 10 Sekunden unterwirft, um die Temperatur des Elastomergemisches auf die Schmelzverbindungstemperatur zu steigern.

8. Verwendung nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man das Gemisch aus blockelastomerem Material und partikelförmigem Material zu einem dünnen, festen, filmähnlichen Element verformt, bevor man es zwischen die nichtelastomeren Oberflächen legt.
9. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man das Feld erzeugt zur Steigerung des zwischengelegten Gemisches auf die Schmelztemperatur zur Bildung eines hochviskosen elastomeren Bindeelementes, wobei die Temperatur geringer ist als die Schmelztemperatur der nichtelastomeren, miteinander zu verbindenden Oberflächen.
10. Verwendung nach Anspruch 7 bis 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man als energieaktivierbares Material  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  oder ein Gemisch dieser Substanzen verwendet und man als Energiefeld ein hochfrequentes magnetisches Feld anlegt.
11. Verwendung nach Anspruch 7 bis 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man als blockelastomeres Material ein Copolyester Elastomeres, abgeleitet von Terephthalsäure, Polytetramethylenätherglycol und 1.4-Butandiol; ein Block Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks mit Äthylen-Butylen-

- 3 -

909812/0990

-4-

Mittelblocks; ein Block Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks und Äthylen-Propylen-Mittelblocks; oder ein Radialblock Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks und Polybutadien- oder Polysporen- bzw. Polyisopren-Mittelblocks verwendet.

12. Verwendung nach Anspruch 7 bis 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die thermoplastischen nichtelastomeren Oberflächen Polycarbonat, Polyvinylchlorid oder Polyvinylidenchlorid sind, und daß das elastomere Material ein Copolyester aus Terephthalsäure, Polytetramethylenätherglycol und 1.4-Butandiol ist.
13. Verwendung nach Anspruch 7 bis 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die thermoplastischen nichtelastomeren Oberflächen Polypropylen oder Polyäthylen hoher Dichte sind und daß das elastomere Material ein Block Copolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks mit doppelten Äthylen-Butylen-Mittelblocks ist.
14. Verwendung des Verbindungselementes nach Anspruch 1 bis 3 zum Verbinden eines Plastikelementes bzw. Kunststoffelementes mit einem Nichtplastikelement über einen Teil einer Zwischenfläche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man einen Grundierungsüberzug eines Phenoxyharzes auf das Nichtplastikelement aufbringt; daß man einen thermoplastischen blockelastomeren Film zwischen das überzogene Nichtplastikelement und das Plastikelement legt, um eine gestapelte Anordnung zu bilden; und daß man die Anordnung auf mindestens eine Temperatur erhitzt, bei welcher der elastomere Film in einen geschmolzenen Zustand umgewandelt wird.

- 4 -

909812/0990

- 5 -

15. Verwendung nach Anspruch 14, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das Nichtplastik-  
element Glas ist.
16. Verwendung nach Anspruch 15, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das Plastikelement  
aus Polyvinylchlorid, Polycarbonat oder Polyvinyl-  
denchlorid gebildet ist.
17. Verwendung des Verbindungselementes nach Anspruch  
1 bis 3 zum Schmelzverbinden eines thermoplastischen  
Elementes mit einem anderen Element, wobei zumindest  
das eine Element aus Polypropylen besteht und das  
andere Element Polypropylen oder ein Polyäthylen  
hoher Dichte ist, über eine Zwischenflächen-  
Verbindungsregion, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß man ein festes thermoplasti-  
sches elastomeres-Block-Copolymeres aus starren  
Polystyrol-Endblocks und doppelten Mittelblocks aus  
Äthylen-Butylen bzw. Äthylen-Propylen zwischen die  
Zwischenflächen-Verbindungsregion der Elemente legt;  
daß man die Zwischenflächen-Region rasch erhitzt  
und das thermoplastische elastomere Material für  
eine Zeitdauer der Größenordnung von Sekunden in  
einen hitzeerweichten Bindezustand umwandelt; und  
daß man dann die Zwischenflächen-Region unter Bil-  
dung einer Schmelzverbindung zwischen dem elastomeren  
Material und den thermoplastischen Elementen abkühlt.
18. Verwendung nach Anspruch 17, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Erhitzungsschritt  
darin besteht, daß man die Hitze innerhalb der  
Zwischenflächen-Verbindungsregion zum raschen Er-  
wärmen des Block-Copolymeren erzeugt.

- 5 -

909812/0990

19. Verwendung nach Anspruch 17, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Schritt des Er-  
hitzens darin besteht, daß man die Hitze lediglich  
innerhalb des Block-Copolymeren erzeugt.
20. Verwendung nach Anspruch 19, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Stufe des Er-  
hitzens für die Größenordnung von 2 Sekunden  
geschaffen wird.
21. Verwendung des Verbindungselementes nach Anspruch 1  
bis 3 zum Schmelzverbinden thermoplastischer Ele-  
mente, von denen zumindest eines Polycarbonat ist  
und das andere Polycarbonat, Polyvinylchlorid  
oder Polyvinylidenchlorid ist, über eine Zwischen-  
flächen-Verbindungsregion, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß man unter Bildung  
einer gestapelten Anordnung einen festen thermo-  
plastischen elastomeren Block-Copolyester aus  
Terephthalsäure, Polytetrametylenätherglycol und  
1.4-Butandiol zwischen die Zwischenflächen-Ver-  
bindungsregion legt; daß man diese Zwischen-  
flächen-Region erhitzt und das thermoplastische  
block-elastomere Material für eine Zeitdauer der  
Größenordnung von Sekunden in einen geschmolzenen  
Zustand verwandelt; und daß man anschließend die  
Zwischenflächen-Region zur Bildung einer Schmelz-  
verbindung zwischen dem elastomeren Block-Copoly-  
ester und den Elementen abkühlt.
22. Verwendung nach Anspruch 21, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Schritt des Er-  
wärmens darin besteht, daß man die Wärme zum  
raschen Erhitzen des Block-Copolymeren innerhalb der  
Zwischenflächen-Verbindungsregion erzeugt.

- 7 -

23. Verwendung nach Anspruch 21, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Schritt des  
Erwärmens darin besteht, daß man die Wärme lediglich  
innerhalb des Block-Copolymeren erzeugt.
24. Verwendung nach Anspruch 23, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Schritt des  
Erwärmens für die Größenordnung von 2 Sekunden  
geschaffen wird.



P<sup>13</sup> 143  
2839640

PATENTANWÄLTE

- 8 -

A. GRÜNECKER  
DPL-ING.

H. KINKELDEY  
DPL-ING.

W. STOCKMAIR  
DPL-ING. - MED. DENT.

K. SCHUMANN  
DPL-ING. - DPL-PHYS.

P. H. JAKOB  
DPL-ING.

G. BEZOLD  
DPL-ING. - DPL-DENT.

8 MÜNCHEN 22  
MAXIMILIANSTRASSE 43

---

Schmelzverbindungsselement,  
dessen Herstellung und dessen Verwendung

---

Die Erfindung bezieht sich auf einen festen thermoplastischen Elastomerbindefilm zum Schmelzverbinden von plastischen Elementen bzw. Kunststoffelementen.

Polyvinylchlorid und dgl. wird leicht durch Klebemittel oder thermisch angebunden. Andere Stoffe wie etwa Polycarbonate, Polypropylen und dgl. sind schwer zu verbinden. Polycarbonate können mittels Ultraschall- oder Drehschweißen verbunden werden, doch führt dies im allgemeinen zu einer Versprödung des Polycarbonats. Polycarbonat kann mit bestimmten Oberflächen wie etwa Glas nicht verbunden werden.

Blockcopolymergefüge der Phillips Petroleum Company und Shell Oil Company, werden in MODERN PLASTICS ENCYCLOPEDIA,

90981270990

-9-

Ausgabe 1975 - 1976 erörtert. Diese flüssigen Klebemittel schaffen jedoch nicht die thermische Hitzesiegelverbindung der vorliegenden Erfindung, erfordern einen Trocknungsschritt und besitzen andere Beschränkungen.

Verschiedene thermische Verbindungsmethoden für Polyäthylene und dgl. mit einem Bindemittel, sind beispielsweise in den USA-Patentschriften 3 461 014 und 3 574 031 beschrieben. Die USA-Patentschrift 3 242 038 beschreibt ein Blockpolymere zum Verbinden plastischer Elemente durch 30 Minuten langes Erhitzen der Gesamtanordnung. Elemente aus Polycarbonaten, Polypropylen und dgl., sind durch eine direkte thermische Schweißung miteinander verbunden worden, wo eine Schweißung geringer Festigkeit annehmbar ist, doch auf vielen Anwendungsgebieten ist das Schmelzen des Materials nicht erwünscht. Wie oben bemerkt, schaffen bestimmte Kunststoffe wie etwa Polycarbonate, Polypropylen und dgl., auch besondere Bindschwierigkeiten, wenn ein zwischengelegtes Bindemittel angewandt wird. Im allgemeinen ist eine Bindung der Elemente an Glas und dgl. nicht tunlich gewesen.

Diese Erfindung richtet sich auf die Verwendung eines Block-elastomerelementes mit eingeschlossenen, wärmedurchdringenden Partikeln; zwischen nichtelastomeren Oberflächen, und eine Schmelzverbindung bewirkt: durch Anregen der Partikel mittels eines geeigneten Energiefeldes für eine Zeitdauer der Größenordnung von 10 Sekunden oder weniger, um das Element auf die Schmelzverbindungstemperatur zu steigern. Wünschenswerte Verbindungen werden innerhalb des Elementes bzw. bei einem halbflüssigen oder geschmolzenen Zustand erhalten ohne erforderliches gleichzeitiges Schmelzen der miteinander zu verbindenden Elemente. Das Element ist vorzugsweise ein Copolyester-Block-elastomeres wie etwa ein Elastomeres, welches sich ableitet von Terephthalsäure, Polytetramethylenätherglycol, und 1.4-Butandiol; oder ein Copolymer-Blockelastomeres wie etwa ein Elastomeres von starren Polystyrolendblocks mit einem Polybutadien-, einem Polyisopren-, einem Äthylen-Butylen- oder einem

- 10 -

Äthylen-Propylenkautschuk-Mittelblock; oder ein Radialcopolymeres wie etwa ein Elastomeres aus Polybutadienmittel- und starren Polystyrol-Endblocks. Eine Grundierung wie etwa Phenoxharz wird vorteilhafterweise auf Glas oder dgl. aufgebracht, um die Haftung eines Copolyester-Elastomerelementes zu steigern.

Ein Bindesteigerungsmaterial wie etwa das Harz einer oder beider Oberflächen, kann dem Element zugesetzt werden.

Für Bindeelemente eines Polycarbonats, Polyvinylchlorids aneinander und an Polyvinylidenchlorid (PVDC) für höchste Festigkeit, verwendet man Copolyester-Elastomerelement, wie es von duPont unter der Warenbezeichnung Hytrel Nr. 4055 und 4056 in den Handel gebracht wird.

Das Doppelolefin-Mittelblockcopolymer-Elastomerelement der Shell Development Company mit dem Handelsnamen Kraton G, schafft ein hochbefriedigendes Mittel zum Binden von Plastikelementen, insbesondere Polypropylen, an Polyäthylen hoher Dichte und jeden solchen Materials an sich selbst unter Verwendung gerade einer einzigen Materialschicht. Es wurde auch gefunden, daß Kraton 3000 hoch schlagfeste Polystyrolelemente miteinander verbindet und zwar mit einer Nahtverbindungsfestigkeit der Größenordnung von etwa  $35 \text{ kg/cm}^2$ . Ein "Solprene"-Elastomeres der Phillips Petroleum Company, welches ein Radialblock-Copolymeres von Polybutadien-Mittelblocks und Polystyrol-Endblocks ist, bindet ABC-Elemente (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Elemente) aneinander mit einer Nahtverbindungsfestigkeit von etwa  $17 \text{ kg/cm}^2$ .

Das Bindeelement kann hergestellt werden durch Schmelzen des Harzes, Einführen der Partikel, und dann Heißpressen des Gemisches zu einem Film oder Blatt. Das heiße Material kann auch zur Bildung eines Blattes extrudiert oder kalandert werden. In der Hitze und besonders durch die hitzeerzeugenden Partikel hervorgehoben, wird normalerweise eine Oxydation eines

- 11 -

dünnen Harzes herbeigeführt. Tatsächlich wurde jedoch festgestellt, daß das Elastomerharz nicht bemerkenswert oxydiert. Der Zusatz eines chemischen Oxydationsverzögerers, wie er etwa in Hytrel 4056 gebraucht wird, verbessert die Bindeeigenschaft und scheint die obige Analyse zu stützen.

Die Eigenschaft der Elastomeren, kombiniert mit der Fähigkeit, eine Schmelzbindetemperatur zu gebrauchen, welche im allgemeinen geringer ist als die übliche Schmelzbindetemperatur des nichtelastomeren Elementes bzw. der nichtelastomeren Elemente, scheint ein bemerkenswerter Faktor in der optimalen Struktur und den Verfahren der Erfindung zu sein, und trägt insbesondere zu den einzigartigen und unerwarteten Bindefestigkeiten bei, welche durch die Kombination des elastomeren Bindeelementes und der zu verbindenden nichtelastomeren Elemente erzielt werden.

Fig. 1 ist eine schematische Teilansicht, welche einen Anfangsschritt beim erfindungsgemäßen Verfahren zeigt;

Fig. 2 zeigt einen nachfolgenden Schritt;

Fig. 3 zeigt ein Verbinden mit einer Induktionsheiz Einheit;

Fig. 4 zeigt die fertig verbundene Anordnung;

Fig. 5 zeigt ein Testen der Bindungen; und

Fig. 6 veranschaulicht eine bisherige Bindung.

In Fig. 1 besitzen die erste und die zweite thermoplastische, nichtelastomere Schicht 1 bzw. 2 sich überlappende Verbindungs- zwischenflächenteile 3 und 4. Ein neuartiges Verbindungselement 5 aus elastomerem Material ist dazwischengelegt. Die Schichten 1 und 2 können typischerweise Polycarbonate,

- 4 -

909812/0990

- 12 -

Polypropylen und Polyäthylen hoher Dichte sowie auch andere sein.

Der Ausdruck "Elastomer"-element wird hier gebraucht, um diejenige Klasse thermoplastischen Materials zu definieren, welche die Eigenschaften hoher Elastizität bzw. des "Gedächtnisses" besitzt und Copolymere und Terpolymere enthält.

Zu Elastomeren für das Element 5 zählen allgemein: ein Copolyester-Blockelastomeres, welches sich von Terephthalsäure, Polytetramethylenätherglycol und 1.4-Butandiol ableitet und von E.I. duPont de Nemours & Company, Inc. unter der Handelsbezeichnung Hytrel in den Handel gebracht wird; ein Copolymer-Radialblockelastomeres aus Polystyrol und Polybutadien, welches von Phillips Petroleum Company unter der Handelsbezeichnung Solprene Plastomers in den Handel gebracht wird, ein Blockcopolymeres aus starren Polystyrol-Endblocks und Mittelblocks aus Polybutadien, Polyisopren, Äthylen-Butylen bzw. Äthylen-Propylen, welches von Shell Development Company in den Handel gebracht wird und es wurde gefunden, daß insbesondere die beiden letzteren Mittelblocktypen an Elastomeren, welche die Handelsbezeichnung Kraton G tragen, einzigartige Bindefestigkeiten schaffen, wenn sie erfindungsgemäß verwendet werden. Das Elastomerelement 5 und die nichtelastomeren Elemente 1 und 2 werden für optimale Ergebnisse, wie hier beschrieben, in Beziehung gebracht. Das Element 5 besitzt Wärmequellepartikel 6, welche in geeigneter Weise einverleibt sind. Die Partikel 6 sprechen vorzugsweise an auf ein hochfrequentes Feld magnetischer Energie unter Bildung einzelner Wärmequellen für rasches Erhitzen der Oberflächen auf eine Bindetemperatur in einer Zeit der Größenordnung von 10 Sekunden oder weniger.

Beispielsweise können verschiedene Partikel durch geeignete magnetische und elektrische Hochfrequenzwechselfelder aktiviert werden. Getrennte Partikel können natürlich auf andere Felder

- 5 -

909812/0990

ansprechbar sein wie etwa auf ein Strahlungsfeld. Auf Infrarotstrahlung spricht Ruß an.

Die Partikel 6 bestehen vorzugsweise aus feinen Partikeln ferromagnetischen nichtleitfähigen Metalloxyds, nämlich aus Gamma- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  und deren Gemischen, welche auf die Anwendung des hochfrequenten magnetischen Wechselfeldes ansprechend sind, wie dies eingehend in der vorerwähnten USA-Patentschrift 3 574 031 beschrieben ist. Gamma- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  wurde als besonders geeignet befunden. Die Partikel 6 können in Mengen von weniger als 2 bis zu mehr als 50 Gew.-%, bezogen auf das thermoplastische Material, einverleibt werden, wobei Mengen von 10 bis 30 Gew.-% typisch sind. Die einzigartige Fähigkeit der vorerwähnten Oxyde besteht in ihrem Vermögen, ihre wärmeerzeugende Eigenschaft selbst dann beizubehalten, wenn sie auf Abmessungen im Submikrongebiet zerkleinert sind. Partikel einer Größe von so klein wie 0,01 Mikron können verwendet werden, obgleich typischerweise die Partikel im Bereich bis zu 20 Mikron liegen und in einigen Fällen sogar noch größer sein können.

Die Verwendung der Partikel geringerer Größe erleichtert das Einverleiben in ein dünnes Bindeelement mit den Vorteilen des raschen Erhitzens des ansprechenden Stoffes im Bindeelement auf die Schmelztemperatur ohne gleichzeitiges vollständiges Schmelzen der Kunststoffelemente 1 und 2. Die Dispergierung des ansprechenden Stoffes im thermoplastischen Material als Ergebnis des Verbindens, ändert die chemischen bzw. physikalischen Eigenschaften des thermoplastischen Materials nicht merkbar.

Gemäß bekannter Technologie kann eine Wendel 7 verwendet werden, wie dies schematisch in Fig. 3 gezeigt ist. Die Wendel 7 wird mit dem Strom der Energiequelle 8 hochfrequenten Wechselstromes betrieben. Die Hochfrequenzquelle 8 kann typischerweise in einem Frequenzbereich von 0,4 bis 5000 MHz arbeiten,

-14-

wobei ein Frequenzbereich von 2 bis 30 MHz für die herkömmliche Haarnadelwendel, wie sie schematisch in Fig. 3 gezeigt ist, typisch ist. Kupfer- oder andere Platten 9 und 10 können an der Wendel 7 angelötet oder in anderer Weise befestigt sein und sind in einer Einheit etwa 6,35 mm breit und einige cm lang. Wie schematisch durch die Kraftpfeile 11 und 12 gezeigt, üben die Wendel und die Platten 9 und 10 einen Druck während des Erhitzens aus.

Eine gute thermische Bindung macht es erforderlich, daß das Element 5 in einen erweichten bzw. viskosen Zustand umgewandelt wird. Jedoch muß das Element 5 seine Stellung beibehalten.

In dem Arbeitsgang, welcher in jedem der besonderen hier erörterten Beispiele befolgt wird, wurde das Bindeelement 5 gebildet durch Dispergieren von im wesentlichen 20 Gew.-% magnetischen Eisenoxyds ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) in dem ausgewählten elastomeren Harz, und dann Heißpressen des die Partikel tragenden Harzes auf eine Dicke von im wesentlichen 0,20 bis 0,25 mm. Die Elemente 1 und 2 waren flache Stücke von etwa 2,5 cm Breite mal 10 bis 13 cm Länge. Es wurde ein Bindeelement 5 von  $6,5 \text{ cm}^2$  ( $1 \text{ inch}^2$ ) verwendet. Eine Zugmaschine 13 (Fig. 5) ergriff die freien Enden 14 und 15 in den Backen 16, um die Elemente 1 und 2 zur Trennung zu spreizen und zwar mit der erforderlichen Kraft, welche durch die Zugmaschine angezeigt wurde.

Polycarbonat-, Polyvinylchlorid- und PVDC-Elemente werden mit einer Verbindung hoher Festigkeit verbunden, indem man für das Element 5 ein thermoplastisches Copolyester-Elastomeres verwendet, welches sich von Terephthalsäure, Polytetramethylenätherglycol und 1.4-Butandiol ableitet, wie es von E.I. duPont de Nemours & Company, Inc., Wilmington, Del. 19898, hergestellt und unter der Warenbezeichnung Hytrel in den Handel gebracht wird.

- 7 -

909812/0990

-15-

Das Copolyesterelastomere ist in Form von Stückchen und Pulver verfügbar und kann leicht verformt und gestaltet werden. Das Material kann leicht zu einem dünnen, festen Bindeelement 5 gestaltet werden. Um beim Binden von Polycarbonaten optimal hochfeste Verbindungen zu erhalten, wurde das Copolyester-Elastomerelement 5 rasch erhitzt, um es zu schmelzen und das Element in einen hochviskosen Zustand zu bringen, ohne nachweisbares Schmelzen der zu verbindenden Elemente, und zwar wie folgt:

Tabelle I - Ablöse-Bindeergebnisse

| Elemente 1 und 2, Dicke     | Bindemittel Element 5 | Heizdauer | Ablöse-Bindefestigkeit 2,5 cm Breite |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|--------------------------------------|
| 1,587 mm PC an PC           | Hytrel 4055           | 1 Sek.    | 56,70 kg                             |
| 3,175 mm PC an PC           | Hytrel 4055           | 1 Sek.    | 73,48 kg                             |
| 1,587 mm PC an 2,718 mm PVC | Hytrel 4055           | 1 Sek.    | 62,60 kg                             |
| 2,718 mm PVC an PVC         | Hytrel 4055           | 1 Sek.    | 70,31 kg                             |

Luftzylinder übten einen Druck auf die Zwischenfläche aus und der Hochfrequenzgenerator (R-F Generator) arbeitete im Bereich von 2 bis 7 MHz. Der Generator konnte einen Strom von einigen 100 A liefern. Die sich ergebenden Bindungsstärken sind unerwartet hoch. Beispielsweise liegen druckempfindliche Klebverbindungen beim Ablösen im allgemeinen in der Größenordnung von 3,63 kg je 2,54 cm (8pounds per inch) Breite, während bei der ähnlichen Polyäthylenbindungsschicht, wie sie in der USA-Patentschrift 3 574 031 vorgeschlagen wird, 40,82 kg als Bindung hoher Qualität angesehen wird.

Ferner hat bisher die direkte Verbindung von Polycarbonatmaterialien bedeutende Probleme aufgeworfen. So schafft herkömmliches Drehschweißen, Ultraschallschweißen und dgl. oft eine Versprödung der Elemente. Wenn ein gesondertes Wärme-



quellenmaterial zum Polycarbonat hinzugesetzt wird, um ein Bindeelement zu bilden, welches dann direkt thermisch verbunden wird wie in Fig. 3 gezeigt, so kann unter Testbedingungen eine Spannung an der Kante des Bindebezirkes auftreten wie bei 17 in Fig. 6 gezeigt, was zu einem Versagen führt. Das Versagen tritt auf an der Kante der Bindung und hat ein Aussehen, als ob ein Schnitt in das Element vollzogen wurde. Das Bindeelement erscheint in dem Bezirk nicht. Überraschenderweise ist mit dem Copolyester-Elastomerbindeelement 5 ein solches Versagen nicht aufgetreten, selbst obgleich die Bindetemperatur sich dem Schmelzpunkt des Polycarbonates nähert.

Es wurden auch ähnliche Tests unter Verwendung eines thermoplastischen Kautschuks wie etwa TPR-Material von Uniroyal Inc. durchgeführt, welches eher ein Olefin ist als ein molekulares Blockelastomeres, um 1,587 mm und 3,175 mm dickes Polypropylen an sich selbst zu binden. Es ergab sich eine Ablöse-Bindefestigkeit von 16,78 kg. Dies ist eine sehr niedrige Festigkeit im Vergleich zu derjenigen, welche in Tabelle I angegeben ist. Jedoch wurde das Polypropylen leicht und direkt gebunden, wohingegen ein solches Material sonst, beispielsweise mit Klebemitteln, im allgemeinen nur mit wesentlicher Schwierigkeit gebunden wird. Unter diesem Gesichtspunkt ist Polypropylen unter Verwendung eines Gemisches aus TPR-Elastomerem und Polypropylen auch an sich selbst gebunden worden. Die Ergebnisse zeigten eine Verbesserung über das gerade TPR-Elastomerelement 5, wie etwa hinsichtlich der Ablösefestigkeit.

Insbesondere wurde festgestellt, daß Polypropylen und Polyäthylen hoher Dichte mit hochfester Schmelzverbindung verbunden werden können unter Verwendung eines Block-Copolymer-Elastomeren, in welchem starre Endblocks aus Polystyrol kombiniert sind mit Mittelblocks aus Äthylen-Butylen- oder Äthylen-Propylen-Kautschuk. Ein solches Material steht zum Verarbeiten zu einem Bindeelement 5 von der Shell Development Company in fester Form unter der Warenbezeichnung Kraton G

-17-

zur Verfügung.

Ein Kraton G-Harz wurde während des Mahlens auf einer Heißwalzenmühle geschmolzen und im Harz wurden 20 Gew.-% an-sprechende  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Partikel dispergiert. Das Gemisch wurde ent-nommen und in Blattform von 0,20 bis 0,25 mm Dicke heiß ge-preßt. Die Hytrel-Bindeelemente, welche in Tabelle I gebraucht wurden, wurden in ähnlicher Weise gebildet. Es wurden ver-schiedene Kraton G-Qualitäten verwendet, wobei Kraton G 2705 etwas bessere Bindungen ergibt als G 7827. Typische Beispiele von Bindungen mit Kraton G als Bindeelement 5 sind die folgen-den:

Tabelle II - Ablöse-Bindeergebnisse

| Elemente 1 und<br>2, Dicke      | Bindemittel<br>Element 5 | Heizdauer | Ablöse-Binde-<br>festigkeit<br>2,5 cm Breite |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|--|
| 1,587 mm PP an PP               | Kraton G 2705            | 1 Sek.    | 19,50 kg                                     |
| 0,610 mm HDPE an<br>HDPE        | Kraton G 2705            | 1,5 Sek.  | 24,49 kg                                     |
| 0,508 mm HDPE an<br>HDPE        | Kraton G 2705            | 1,5 Sek.  | 19,05 kg                                     |
| 0,508 mm HDPE an<br>1,587 mm PP | Kraton G 2705            | 1,5 Sek.  | 19,96 kg*                                    |
| 0,508 mm HDPE -<br>HDPE         | Kraton G 7827            | 2,0 Sek.  | 7,71 kg                                      |

\*) Substrat brach an der Bindung

Eine leicht bessere Bindung wird wiederum erhalten, mit den verschiedenartigen Materialien. Jedoch mag dieses zurückzu-führen sein auf verschiedene praktische Gründe, die man in der normalen Funktion der Binde- und Testgänge bzw. -arbeiten findet. Jedoch sind die Ergebnisse im allgemeinen höchst be-merkenswert im Hinblick auf die große Schwierigkeit, welche solche nichtelastomeren thermoplastischen Materialien in der

vergangenen Bindepraxis geboten haben. Obgleich die Bindefestigkeit nicht so groß ist wie diejenige, welche man beim Hitzeversiegeln der herkömmlicheren thermoplastischen Kunststoffe wie etwa Polyäthylen findet, ist eine 22,68 kg-Bindung im allgemeinen ausreichend, um eine Abtrennung von Hand zu verhindern. Ferner kann mit dem erfindungsgemäß verwendeten Elastomeren einer doppelten Mittelblockstruktur, die Bindung unter Verwendung einer herkömmlichen Druckverbindungsanordnung, wie sie vorstehend erörtert wurde, wiederholt werden. Es wurde auch ein Olefin-Elastomeres TPR 1900 verwendet, um zwei HDPE-Elemente miteinander zu verbinden, was jedoch nur eine Festigkeit von 5,90 kg beim Ablösen ergab.

Zusätzlich zu den obigen Ausführungsformen wurde Kraton 30000 verwendet, um ein Paar sich überlappender Polystyrolstreifen hoher Schlagfestigkeit zu verbinden. Die Streifen waren etwa 2,5 cm breit und 1,587 mm dick. Ein Bindeelement aus Kraton 3000 von 6,5 cm<sup>2</sup> (1 inch<sup>2</sup>) und 0,2032 mm, welches mit 30 Gew.-% Ferrioxyd ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) beladen war, wurde zwischen die sich überlappenden Enden der Streifen gebracht und die Anordnung wurde auf Verschmelzungstemperatur erhitzt. Die Bindung wurde getestet durch Ziehen der Streifen in der Ebene und es wurde eine Nahtfestigkeit von etwa 35 kg/cm<sup>2</sup> gefunden. Ein Bindeelement aus Sphrene-Elastomerem wurde in ähnlicher Weise angewandt, um ein Paar ABS-Streifen zu binden und es ergab sich eine Nahtfestigkeit von etwa 17 kg/cm<sup>2</sup>.

Es können auch andere Heizarten angewandt werden, ebenso andere Partikel, welche auf Induktionserwärmung, dielektrische Erwärmung oder sogar auf Strahlungserwärmung ansprechen. Die Wärme kann auch in Metallpartikeln durch induzierte Wirbelströme erzeugt werden.

Zu dielektrischen Partikeln zählen unter anderen halogenierte Polymere wie die Polymeren und Copolymeren von Vinylchlorid,

Vinylfluorid, Vinylidenchlorid und Vinylidenfluorid sowie die Polycarbonate, Polyurethane, Polyacetale und Cellulosederivate. Die verschiedenen Elastomeren wie etwa das elastomere Hytrel, können auch ohne das Erfordernis hinzugesetzter Partikel als Bindeelement gebraucht werden, indem man eine geeignete dielektrische Heizvorrichtung oder Mikrowellenquelle genügend hoher Frequenz anwendet, etwa in der Größenordnung von 41 MHz. Die Elastomeren Hytrel zeigen ferner einen höheren dielektrischen Verlust als beispielsweise Polycarbonat und daher könnte im Hytrel die erforderliche Schmelztemperatur erzeugt werden, ohne das zu verbindende Polycarbonat-Element zu schmelzen.

Strahlungsenergie wie etwa Infrarotenergie, kann ebenfalls bei der Durchführung der Erfindung angewandt werden und zwar mit oder ohne Rußpartikel als ansprechende Partikel 5 zur Konzentrierung von Wärme innerhalb des Bindeelementes. Eine elektrische Lampe und ein Reflektor zum Fokussieren der Energie auf das Element 5, mag die Energiequelle zum Erhitzen des Elementes liefern, welches rasch schmilzt. Bei Strahlungserwärmung muß notwendigerweise zumindest eines der Elemente 1 oder 2 einen wesentlichen Teil der Infrarotstrahlung durchlassen können, damit diese das Element 5 erreicht. Selbstverständlich können, zusätzlich zu Energiequellen wie Infrarot und Laser, auch andere Strahlungsenergiearten zum Erzeugen der Wärme in geeigneten ansprechenden Stoffen, welche so ausgewählt sind, daß sie darauf ansprechen, angewandt werden, wie etwa unter anderen Röntgenstrahlen, Ionenstrahlen, Elektronenstrahlen, Ultraschallstrahlen und Kernstrahlung.

Ein weiteres bemerkenswertes Bindungsergebnis ist erzielt worden unter Verwendung einer Grundierung zwischen dem Elastomerelement und Glas oder dgl. Durch Aufbringen eines Phenoxyklebemittels als Grundierung, bindet sich somit das Copolyester-Elastomerelement an Glas. Durch Verwendung von Mehrfachsichten, können somit Vinylverbindungen, Polycarbonate

-20-

und dgl. fest und direkt mit Glas verbunden werden.

Im elastomeren Bindeelement kann eine untergeordnete Menge der nichtelastomeren Materialien des zu verbindenden Stammelementes einverleibt sein. Jedoch bleibt das Elastomere das grundlegende Bindeelement. Wenn beispielsweise ein Polyäthylen und Polypropylen miteinander verbunden werden sollen, so erzeugt ein 50:50-Gemisch solcher Materialien in einem Bindeelement keine bedeutende bzw. befriedigende Bindung. Der Zusatz sollte daher einen untergeordneten Teil des elastomeren Bindeelementes bilden.

Innerhalb des breiten Bereiches der Erfindung kann ferner die Wärme innerhalb der zu verbindenden Elemente erzeugt und auf das Bindeelement übertragen werden. Die übertragene Wärme würde ausreichend sein, um das Bindeelement auf die Schmelzverbindungstemperatur zu steigern.

Die Erfindung schafft somit eine einzigartige Methode zum Verbinden von Plastikelementen einschließlich solcher Elemente, welche zuvor schwierig verbunden worden sind.

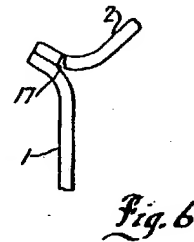
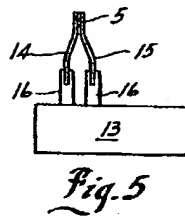
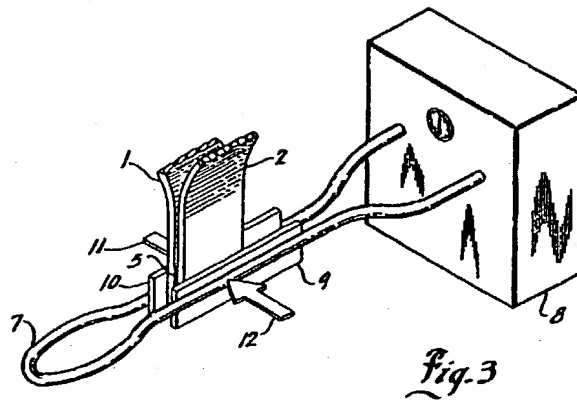
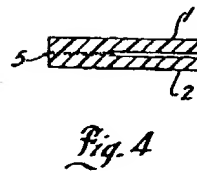
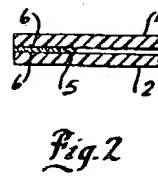
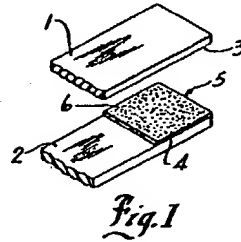
-21-

Nummer: 28 39 640  
 Int. Cl. 2: C 09 J 5/10  
 Anmeldetag: 12. September 1978  
 Offenlegungstag: 22. März 1979

PATENTANWÄLTE  
 DR. FINKELDEY - DR. STOCKMANN  
 DR. KOPPMANN - JAKOB - DR. REIZOLD  
 8 MÜNCHEN 22 - MAXIMILIANSSTR. 48

12. Sep. 1978

2839640



909812/0990